

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月28日現在

機関番号：62616

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21740143

研究課題名（和文）

すばる望遠鏡データアーカイブと連携した大規模データ解析システムの開発

研究課題名（英文）

Development of the large scale data analysis system federated with the Subaru archive

研究代表者

白崎 裕治（SHIRASAKI YUJI）

国立天文台・天文データセンター・助教

研究者番号：70322667

研究成果の概要（和文）：すばる望遠鏡により取得されたデータを自動解析するシステムを開発した。本解析システムは25台の解析用計算機とすばる望遠鏡のデータが保管されているデータアーカイブにより構成され、同時に100個までのデータ解析処理を実行することができる。本解析システムは、Webブラウザを利用によるインターネットを介した遠隔地からの利用が可能であり、大量のデータを容易に解析し天文学研究に利用することができるようになった。

研究成果の概要（英文）：We developed a system which analyzes automatically the data obtained with the Subaru Telescope. This system is constituted of 25 computers for data analysis and an archive system which holds the data of the Subaru Telescope. It is possible to perform up to 100 of analysis jobs simultaneously. This system can be accessed through the web browser remotely, and enable an researcher to perform an astronomical research which uses a large amount of data very easily.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：観測的宇宙論

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：データ解析システム、バーチャル天文台、すばる望遠鏡、分散処理、データアーカイブ

## 1. 研究開始当初の背景

すばる望遠鏡により取得されるデータは膨大であり、研究開始時においてすでに10TBのデータが公開されていた。これまでは、こうした大量のデータを利用した天文学研究を行うためには、全データを一旦自分の計算機にダウンロードし、手動でデータ解析を行う必要があった。しかしながら、こうしたこ

とを個々の研究者が個別に実施するのはデータ通信量が膨大であるため事実上不可能な状態であった。また、公開されているデータは生データであり、科学的な測定を行うためには解析処理を行う必要がある。こうした解析処理の方法をマスターするには時間と労力が必要であり、すばる望遠鏡のデータを利用するうえでの大きな障害となっていた。

## 2. 研究の目的

すばる望遠鏡により取得された大量のデータを利用した研究を、誰もが簡単に行えるよう自動解析システムを構築することが第一の目的である。

また、このシステムを利用した大量データにもとづく研究を遂行し、これまでは実現が困難であった研究課題が容易に行えることを実証することが第二の目的である。本研究期間においては活動銀河核 (AGN) がどのような環境に存在しているのかを、これまでの研究にくらべより遠方の宇宙において、多数のサンプルにもとづき検証を行うこととした。

## 3. 研究の方法

手動で解析することを目的として作られた既存のすばる望遠鏡解析ソフトウェアを基に、自動解析が可能となるよう改良を加える。また、アーカイブからデータを自動で取得する機能も追加する。大量のデータを短時間で計算するために、多数の計算機から成る分散解析処理システムを開発し、すばる望遠鏡の全データの自動解析を行う。それらの解析されたデータを利用し、数千個の活動銀河核とその周辺の銀河との相関関数を求め、活動銀河核の進化に対する環境効果についての研究を行う。この解析システムを国立天文台が運用を行っているバーチャル天文台サービスに組み込み、だれもが利用できるようにする。

## 4. 研究成果

本研究により、すばる望遠鏡搭載装置のうち、Suprime-Cam, MOIRCS について自動解析が可能となった。また、HDS については研究期間内には完了することができなかったが、終了後も自動化へむけた取り組みを行っている。

すばる望遠鏡のアーカイブデータを多数利用することにより、これまでは不可能であった種類の研究が可能となる。その一例として、宇宙における銀河の形成、さらにはその大規模構造がどのように形成されてきたのかを知るための手がかりとして、活動銀河核 (AGN) と周辺銀河との相関関数を求める研究を行った。

その結果、遠方の AGN ほど周辺の銀河数密度が高く、銀河の合体・相互作用が盛んに行われていることが示唆される結果を得ることに成功した。

これまでの同様の研究では、宇宙誕生後 80 億年以降の宇宙については詳細に行われていたが、それ以前の宇宙についてはごく限られた天球領域の少数のデータセットに基づ

くものであり、精度よく普遍的な性質を求めるには多数のサンプルにもとづく研究が不可欠であった。

そういった中で、本研究では数千個の AGN についてその周辺の銀河を限界等級 24 等まで観測されているデータから抽出することにより、これまでに研究に比べより遠方となる、宇宙誕生後 20 億年以降の宇宙まで観測領域を広げること成功した。

これまでの研究により宇宙年齢 30 億年のころに AGN の発生率が最大となることが分かっている。すなわち、今回観測された宇宙は AGN の起源である超大質量ブラックホールの形成が頻繁に行われていた時期に相当する。この時期の宇宙において、AGN が高密度な領域に見つかったことは、銀河同士の合体が大質量ブラックホールの形成、さらには現在の宇宙における大部分の銀河の形成に重要な役割をはたしていることをうかがわせる、間接的な状況証拠を得ることに成功したといえる。

以上の研究例が示すように、すばる望遠鏡の処理済みデータを一般に公開し、その利用を促進することにより、多種・多様な研究成果が得られることが期待できる。そのために、本研究により解析された処理済みデータについては、国立天文台が運用を行っている天文データサービスである、バーチャル天文台システムにおいて公開を行った。

公開されているデータは自動で選択された生データを利用して作成されたものであるが、研究目的によっては、観測条件が特別良い状況で得られたデータのみを使って最終データを作成したい場合がある。そうした要望にも応えられるよう、ユーザー独自の基準で生データを選んで最終データを作成する機能もバーチャル天文台において利用できるようになってきている。

今後の展望としては、解析システムに関しては、解析処理手順を明確化するとともに、データの質を表す指標の導入により、作成されたデータの精度を簡単に参照できるシステムにしていく必要があると考えている。

データを利用した研究については、今回行った AGN と銀河の相関を求める研究を、より遠方の宇宙まで拡張することを検討している。また、重力レンズ効果を使ったコスミックストリングの探査や、最遠方クエーサーの探査などの研究も進めていきたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

1. Shirasaki, Y. et al. 2011, ASP Conference Proceedings Vol 422, p 591, “Current Status of the Japanese Virtual Observatory Portal”, (査読なし), <http://aspbooks.org/custom/publications/paper/442-0591.html>
2. Shirasaki, Y. et al., 2011, PASJ 63, 469, “Early Science Result from the Japanese Virtual Observatory: AGN and Galaxy Clustering at  $z = 0.3$  to  $3.0$ ”, (査読あり), <http://pasj.asj.or.jp/v63/sp2/63s208/63s208-frame.html>
3. Shirasaki, Y. et al., 2010, ASP Conference Proceedings Vol. 434, 402, “Environment Study of AGNs at  $z = 0.3$  to  $3.0$  Using the Japanese Virtual Observatory”, (査読なし), <http://ads.nao.ac.jp/abs/2010ASPC..434..402S>
4. Shirasaki, Y. et al., 2010, Co-Evolution of Central Black Holes and Galaxies, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 267, p. 267-267, “AGN and Galaxy Clustering at  $z = 0.3-3.0$  Using the Japanese Virtual Observatory”, (査読なし), DOI: [10.1017/S1743921310006447](https://doi.org/10.1017/S1743921310006447)
5. Shirasaki, Y. et al., 2009, ASP Conference Proceedings Vol. 411, p. 396, “The Japanese Virtual Observatory in Action”, (査読なし), <http://aspbooks.org/custom/publications/paper/411-0396.html>
6. Shirasaki, Y. et al., 2009, Data Science Journal, Vol. 8, S122, “Application of Information Technologies on Astronomy: Japanese Virtual Observatory (JVO) Portal and Others”, (査読あり), <http://dx.doi.org/10.2481/dsj.IGY-022>

[学会発表] (計17件)

1. 白崎裕治 他, Japanese Virtual Observatory (JVO) の研究開発 -- 2011年度全体進捗、日本天文学会2012年春季年会、京都 龍谷大学、2012年3月19-22日
2. 白崎裕治, “HSC データによる AGN と周辺銀河の相関解析”, HSC 活動銀河核探査によるサイエンス、京都 京都大学、2011年11月16日-11月18日

3. Shirasaki, Y. et al., “Current status of V0 compliant data service in Japanese Virtual Observatory”, ADASS XXI Conference, Paris, France, November 6-10, 2011
4. 白崎裕治 他, “Japanese Virtual Observatory (JVO) の研究開発 -- 新規機能の紹介”, 日本天文学会2011年秋季年会、鹿児島 鹿児島大学、2011年9月19-22日
5. Shirasaki, Y. et al., “AGN and Galaxy Clustering at  $z = 0.3$  to  $3.0$  measured by using the Japanese Virtual Observatory”, Galaxy Formation, Durham University, UK, 18-22 July, 2011
6. 白崎裕治 他, “JVO を利用した AGN と銀河のクラスター解析”, 日本天文学会2011年春季年会、筑波大学、2011年3月16-19日
7. 白崎裕治, “JVO 開発における大規模天文データ処理”, 宇宙科学情報解析シンポジウム「宇宙科学と大規模データ」, 宇宙科学研究所 相模原市 神奈川県、2011年2月16日
8. 白崎裕治, “大規模データ天文学の進展”, データ工学研究会, e-Science と Data Intensive Science および一般, 東京 秋葉原ダイビル、2010-12-06
9. Shirasaki, Y. et al., “Current Status of the Japanese Virtual Observatory Portal”, ADASS XX, Boston, USA, 2010-11-07-11
10. Shirasaki, Y. et al., “Study of QSO environment using the Japanese Virtual Observatory of Japan (JVO)”, 8-th EAMA Symposium, 上海、中国、2010-10-10-15
11. 白崎裕治, “バーチャル天文台を利用した天文学研究事例の紹介”, 2010年光赤天連シンポジウム, データ解析の新展開: 最先端とアーカイブ活用, 国立天文台 三鷹, 東京, 2010年8月19日~20日
12. 白崎裕治 他, “Japanese Virtual Observatory (JVO) の研究開発 -- 新規機能の紹介”, 2010年春季年会, 広島大学東広島キャンパス, 2010年3月24日-27日
13. 白崎裕治, “JVO を利用した赤方偏移  $3.0$  までの AGN と銀河のクラスター解析”, 超広域サーベイによる巨大ブラックホール進化の研究: 観測と理論の連携, 愛媛県松山市 にぎたつ会館 2009年10月15日-10月17日
14. Shirasaki, Y. et al., “Environment Study of AGNs at  $z = 0.3$  to  $3.0$  using

- the Japanese Virtual Observatory” ,  
ADASS 2009, Renaissance Sapporo Hotel,  
Sapporo, Japan, October 4-8 2009
15. 白崎裕治, 小宮悠, “バーチャル天文台  
を利用した天文学研究の成果と今後の期  
待”, 第2回データ科学ワークショップ  
(科学情報学研究会), 北海道大学,  
2009年8月20日-21日
  16. Shirasaki, Y. et al., “AGN and Galaxy  
Clustering at  $z = 0.3 - 3.0$  using the  
Japanese Virtual Observatory” , IAU  
GENERAL ASSEMBLY, Rio de Janeiro,  
Brazil, August 03-14, 2009
  17. Shirasaki, Y. et al., “AGN and Galaxy  
Clustering at  $z = 0.3$  to  $3.0$  using the  
Japanese Virtual Observatory” , Joint  
Subaru/Gemini Science Conference,  
Kyoto University, Kyoto, Japan, May  
18-21, 2009

[その他]

ホームページ等

<http://jvo.nao.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

白崎 裕治 (SHIRASAKI YUJI)

国立天文台 天文データセンター 助教

研究者番号 : 70322667

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし